

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Парлюк Екатерина Петровна

Должность: зам. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дата подписания: 2021.03.10 10:29:25

Уникальный идентификационный ключ:

7823a3d3181287ca51a86a4c69d33e1779345d45



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Кафедра метрологии, стандартизации и управления качеством

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. директора института механики
и энергетики имени В. П. Горячкина
И. Ю. Игнаткин
« 10 » 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.14 МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электроснабжение

Курс 2

Семестр 4

Форма обучения: очная


Год начала подготовки: 2021

Москва, 2021

Разработчик: д.т.н., доцент Н. Ж. Шкаруба


« 26 » августа 2021 г.

Рецензент: к.т.н., доцент С.К. Тойгамбаев


« 26 » августа 2021 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и учебного плана.

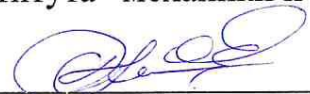
Программа обсуждена на заседании кафедры «Метрология, стандартизация и управление качеством» протокол № 01/08/21 от «26» августа 2021 г.

Зав. кафедрой метрологии, стандартизации и управления качеством
д.т.н., проф. О.А. Леонов


« 26 » августа 2021 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина
к.п.н., доц. Я.С. Чистова
протокол №3 от «18» октября 2021 г.


« 18 » 10 2021 г.

Заведующий выпускающей кафедрой электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко
к.т.н, доц. Стушкина Н.А.


« 20 » октября 2021 г.

Зав. отделом комплектования ЦНБ


Ешкова Э.Б.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| АННОТАЦИЯ..... | 4 |
| 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 5 |
| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ..... | 5 |
| 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ..... | 6 |
| 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | 6 |
| 4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ | 6 |
| 4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | 8 |
| 4.3 ЛЕКЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ | 11 |
| 4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины..... | 14 |
| 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ | 14 |
| 6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 15 |
| 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности | 15 |
| 6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ..... | 42 |
| 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | 44 |
| 7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА | 44 |
| 7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА | 44 |
| 7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ | 45 |
| 7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ | 45 |
| 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 45 |
| 9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ..... | 45 |
| 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ | 47 |
| 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ..... | 48 |

Аннотация

рабочей программы дисциплины Б1.О.14 «Метрология, стандартизация и сертификация» для подготовки бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленность «Электроснабжение»

Целью освоения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков для проведения измерений электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности, включая: выбора средств измерений; проведения измерений электрических и неэлектрических величин; обработки результатов измерений.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», реализуется в 4 семестре 2 курса.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате изучения данной дисциплины у студента должны быть сформированы следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): ОПК-1 (ОПК-1.1), ОПК-5 (ОПК-5.1).

Краткое содержание дисциплины:

Раздел 1. Метрология. Основные термины и понятия метрологии. Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин. Погрешности измерений. Средства измерений. Обработка результатов измерений. Правовые основы обеспечения единства измерений.

Раздел 2. Стандартизация. Основные положения Федерального закона «О стандартизации в Российской Федерации». Объекты стандартизации. История развития стандартизации и пути ее развития в России. Научно-методические основы стандартизации. Система стандартизации РФ. Правовые основы стандартизации.

Раздел 3. Подтверждение соответствия (сертификация). Основные цели, задачи и объекты подтверждения соответствия. Основные положения Федерального закона «О техническом регулировании». Роль сертификации в обеспечении качества продукции и защите прав потребителя. Обязательная и добровольная сертификация. Схемы и системы подтверждения соответствия. Надзор за соблюдением правил обязательной сертификации и за сертифицированной продукцией.

Общая трудоемкость дисциплины: 4 зачетных единицы (144 часа).

Промежуточный контроль: экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков для проведения измерений электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности, включая: выбора средств измерений; проведения измерений электрических и неэлектрических величин; обработки результатов измерений.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленность «Электроснабжение».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» являются:

«Физика» – знать фундаментальные разделы физики (1 курс, 2 семестр; 2 курс, 3 и 4 семестр);

«Математика» – уметь использовать математический аппарат для обработки технической информации и анализа данных основные понятия и методы математического анализа, теории дифференциальных уравнений, теории вероятности и теории математической статистики, статистических методов обработки экспериментальных данных (1 курс, 1 и 2 семестр; 2 курс, 3 семестр);

«Начертательная геометрия и инженерная графика» – методы выполнения эскизов и технических чертежей стандартных деталей и сборочных единиц (1 курс, 1 и 2 семестр; 2 курс, 3 семестр).

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» является основополагающей для изучения следующих дисциплин:

«Электрические измерения» – выбирать средства измерения и обрабатывать результаты измерений (3 курс, 5 семестр);

«Эксплуатация систем электроснабжения» – выбор и использование средств измерений при эксплуатации систем электроснабжения (4 курс, 8 семестр).

Рабочая программа дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

| Вид учебной работы | Трудоёмкость, час |
|--|-------------------|
| Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану | 144 |
| 1. Контактная работа: | 50,4 |
| Аудиторная работа | 40,4 |
| <i>в том числе:</i> | |
| <i>лекции (Л)</i> | 16 |
| <i>практические занятия (ПЗ)</i> | 32 |
| <i>консультации перед экзаменом</i> | 2 |
| <i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i> | 0,4 |
| 2. Самостоятельная работа (СРС) | 93,6 |
| <i>Контрольная работа (подготовка и выполнение)</i> | 10 |
| <i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, рубежному контролю)</i> | 79 |
| <i>Подготовка к экзамену (контроль)</i> | 24,6 |
| Вид промежуточного контроля: | Экзамен |

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

| № п/п | Код компетенции | Содержание компетенции (или её части) | Код и содержание индикатора достижения компетенций (или её части) | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны: | | |
|-------|-----------------|---|---|---|--|--|
| | | | | знать | уметь | владеть |
| 1. | ОПК-1 | Способен осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием компьютерных и сетевых технологий | ОПК-1.1 Алгоритмизирует решение задач и реализует алгоритмы с использованием программных средств | нормативно-правовую базу в сфере метрологии, стандартизации и сертификации; алгоритмы обработки результатов измерений. | обрабатывать результаты измерений с использованием программных средств. | навыками обрабатывать результаты измерений с использованием программных средств. |
| 2. | ОПК-5 | Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники | ОПК-5.1 Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность | теоретические и законодательные основы метрологии; классификацию и основные метрологические характеристики технических средств (средств измерений). | выбирать средства измерения для определения параметров технологических процессов и качества продукции. | навыками проведения и обработки результатов измерений. |

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

| Наименование разделов и тем дисциплин | Всего | Аудиторная работа | | | Внеаудит орная работа СР |
|--|------------|-------------------|-----------|------------|--------------------------------|
| | | Л | ПЗ | ПКР | |
| Раздел 1. «Метрология» | 69 | 12 | 32 | 0 | 49 |
| Тема 1.1. Основные термины и понятия метрологии | 2 | 1 | – | – | 3 |
| Тема 1.2. Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин | 5 | – | 4 | – | 4 |
| Тема 1.3. Погрешности измерений | 17 | 3 | 8 | – | 10 |
| Тема 1.4. Средства измерения | 20 | 4 | 10 | – | 10 |
| Тема 1.5. Обработка результатов измерений | 18 | 2 | 10 | – | 10 |
| Тема 1.6. Основы метрологического обеспечения. | 3 | 1 | – | – | 8 |
| Тема 1.7. Правовые основы обеспечения единства измерений | 4 | 1 | – | – | 4 |
| Раздел 2. «Стандартизация» | 6 | 2 | 0 | 0 | 10 |
| Тема 2.1. Основные цели, задачи и объекты стандартизации | 3 | 1 | – | – | 4 |
| Тема 2.2. Научно-методические основы стандартизации | 1,5 | 0,5 | – | – | 4 |
| Тема 2.3. Система стандартизации РФ | 1,5 | 0,5 | – | – | 2 |
| Раздел 3. «Подтверждение соответствия (сертификация)» | 6 | 2 | 0 | 0 | 10 |
| Тема 3.1. Основные цели, задачи и объекты подтверждения соответствия | 3 | 1 | – | – | 4 |
| Тема 3.2. Схемы и системы подтверждения соответствия | 1,5 | 0,5 | – | – | 4 |
| Тема 3.3. Государственный контроль и надзор | 1,5 | 0,5 | – | – | 2 |
| <i>Консультации перед экзаменом</i> | 2 | – | – | 2 | – |
| <i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i> | 0,4 | – | – | 0,4 | – |
| <i>Подготовка к экзамену (контроль)</i> | 24,6 | – | – | – | 24,6 |
| Итого по дисциплине | 144 | 16 | 32 | 2,4 | 93,6 |

Раздел 1. Метрология

Тема 1.1. Основные термины и понятия метрологии.

Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, физическая величина, количественные и качественные проявления свойств объектов измерений и их отображения на шкалы измерений. Виды шкал и их особенности: шкалы наименований, порядка, интервалов и отношений. Единица величины, основной принцип измерения, результат измерения, погрешность результата измерения. Истинное и действительное значение измеряемой величины. Понятие измерение. Основное уравнение измерений. Виды и методы измерений. Форма записи результата измерения.

Тема 1.2. Единицы величин, их эталоны и классификация измеряемых величин.

Принципы деления величин на основные и производные. Система единиц СИ: основные и дополнительные единицы и их определения. Кратные и дольные единицы. Формирование единиц и размерностей производных единиц. Классификация измеряемых величин. Эталоны и стандартные образцы.

Тема 1.3. Погрешности измерений.

Структурная схема измерения и формирования погрешности. Классификация погрешностей: методические, инструментальные, личные, мультипликативные и аддитивные, систематические и случайные, грубые, в статическом и динамическом режиме измерения, основные и дополнительные. Алгоритмы определения составляющих и суммарной погрешности. Законы распределения результатов и погрешностей измерений. Экспериментальные способы определения составляющих и суммарной погрешности в статическом режиме измерения. Способы исключения и уменьшения систематических и случайных погрешностей.

Тема 1.4. Средства измерений.

Основные понятия, связанные со средствами измерения (СИ): классификация СИ, классификация математических моделей аналоговых СИ (статическая и динамическая характеристики и их влияние на характер измерения). Метрологические характеристики СИ. Нормирование погрешности средств измерения. Классы точности СИ.

Тема 1.5. Обработка результатов измерений

Формы представления результатов измерений. Использование априорной и апостериорной информации для оценивания погрешностей измерений. Алгоритмы обработки многократных измерений постоянной величины: некоррелированных равноточных и неравноточных и коррелированных равноточных. Алгоритм обработки независимых многократных измерений переменной измеряемой величины. Интервальная оценка измеряемой величины при обработке многократных измерений. Точечная и интервальная оценка дисперсии результата многократных измерений. Обработка результатов совместных измерений на основе метода наименьших квадратов. Обработка результатов косвенных измерений.

Тема 1.6. Основы метрологического обеспечения.

Понятие метрологического обеспечения единства измерений. Воспроизведение и передача размеров единиц физических величин. Научные организационные

и технические основы метрологического обеспечения контроля качества. Организация и обеспечение метрологического обслуживания средств измерений.

Тема 1.7. Правовые основы обеспечения единства измерений

Основные понятия, используемые в Законе РФ «Об обеспечении единства измерений»: метрологическая служба, метрологический контроль и надзор, поверка и калибровка средств измерений, сертификат об утверждении типа средств измерений, сертификат о калибровке, лицензия на изготовление средств измерений. Задачи и структура Метрологической службы. Задачи, сфера деятельности и правовые основы Государственного контроля и надзора.

Раздел 2. Стандартизация норм взаимозаменяемости

Тема 2.1. Стандартизация. Понятие о взаимозаменяемости

Основные положения Федерального закона «О стандартизации в Российской Федерации». Объекты стандартизации. История развития стандартизации и пути ее развития в России. Основные направления формирования стандартизации как научного направления. Стандартизация в условиях развитых рыночных отношений и ее экономические, социальные и коммуникативные функции. Роль стандартизации в повышении качества, безопасности и конкурентоспособности продукции, становлении научно-технического и экономического сотрудничества и развития торговых связей.

Тема 2.2. Научно-методические основы стандартизации

Математические модели и методы, применяемые в теории стандартизации. Система предпочтительных чисел, теория параметрических рядов. Особенности выбора линейных размеров. Ряды нормальных линейных размеров основного применения, дополнительные размеры. Ряды Е, особенности образования и область применения. Задачи оптимизации одномерных и многомерных параметрических рядов. Статистические и вероятностные методы, экономико-математическое моделирование и прогнозирование развития объектов стандартизации. Система методов оценки качества и оптимизации параметров объектов стандартизации.

Тема 2.3. Система стандартизации РФ

Основные положения системы стандартизации (СС РФ). Категории и виды стандартов. Классификация и обозначение стандартов. Межотраслевые системы стандартизации как объект СС, их роль в повышении эффективности производства, обеспечении качества, безопасности и конкурентоспособности продукции. Характеристика, содержание и построение основных видов стандартов. Порядок разработки, согласования и утверждения проектов стандартов.

Государственные органы и службы стандартизации, их задачи и направления работы. Технические комитеты по стандартизации. Службы стандартизации в отраслях и на предприятиях.

Правовые основы стандартизации. Основные положения Закона РФ «О техническом регулировании».

Раздел 3. Подтверждение соответствия (сертификация)

Тема 3.1. Основные цели, задачи и объекты подтверждения соответствия

Основные положения Федерального закона «О техническом регулировании». Роль сертификации в обеспечении качества продукции и защите прав потребителя. Обязательная и добровольная сертификация. Сертификация систем качества предприятий, организаций и учреждений на соответствие требований международных стандартов серии ИСО 9000. Основные принципы организации работ по сертификации систем качества. Задачи сертификации с точки зрения межгосударственных, политических, торгово-экономических и социальных экономических отношений. Объекты сертификации – продукция (услуги), процессы, системы качества производства, квалификация персонала. Обязательная и добровольная форма подтверждения соответствия

Тема 3.2. Схемы и системы подтверждения соответствия

Схема сертификации по классификации ИСО. Системы сертификации однородной продукции, для которых применяются одни и те же конкретные стандарты, правила и одинаковые процедуры. Структура системы сертификации. Схемы сертификации продукции и схемы сертификации услуг.

Тема 3.4. Государственный контроль и надзор

Надзор за соблюдением правил обязательной сертификации и за сертифицированной продукцией. Понятие о Государственном Реестре. Информационное обслуживание по данным Реестра. Роль Государственного Реестра в проведении технической политики и управлении сертификацией продукции.

4.3 Лекции и практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций и практических занятий и контрольные мероприятия

| № раздела | № и название лекций и практических занятий | Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции) | Вид контрольного мероприятия | Кол-во часов |
|--|--|--|--|---------------------|
| Тема 1.1. <i>Основные термины и понятия метрологии</i> | Лекция № 1. Основные термины и понятия метрологии. | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) | – | 1 |
| | Практическая работа № 1. Округление погрешности и результатов измерения. | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) | проверка выполненного задания, тестирование №1 | 2 |
| Тема 1.2. <i>Единицы величин, их эталоны и классификация изме-</i> | Практическая работа № 2. Составление уравнения размерности производных единиц. Правила написания | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) | проверка выполненного задания, | 2 |

| № раздела | № и название лекций и практических занятий | Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции) | Вид контрольного мероприятия | Кол-во часов |
|--|---|---|--|--------------|
| <i>ряемых величин</i> | единиц согласно ГОСТ 8.417–2002. | | тестирование №1 | |
| Тема 1.3. <i>Погрешности измерений</i> | Лекция № 1. Погрешности измерений. | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) | – | 3 |
| | Практическая работа № 3. Интервальная оценка результатов наблюдений | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) | проверка выполненного задания, тестирование №2 | 8 |
| Тема 1.4. <i>Средства измерения</i> | Лекция № 2. Средства измерения | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) | – | 4 |
| | Практическая работа № 4. Параметры и свойства средств измерений | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) | проверка выполненного задания, тестирование №3 | 2 |
| | Практическая работа № 5. Погрешности средств измерений | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) | проверка выполненного задания, тестирование №3 | 4 |
| | Практическая работа № 6. Выбор средств измерений электрических величин | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) | проверка выполненного задания, тестирование №3 | 4 |
| Тема 1.5. <i>Обработка результатов измерений</i> | Лекция № 3. Обработка результатов измерений | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) | – | 2 |
| | Практическая работа № 7. Обработка результатов прямых многократных наблюдений (малое число) | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) | проверка выполненного задания | 4 |

| № раздела | № и название лекций и практических занятий | Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции) | Вид контрольного мероприятия | Кол-во часов |
|---|--|---|-------------------------------|--------------|
| | Практическая работа № 8. Обработка результатов косвенных многократных наблюдений (большое число) | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) | проверка выполненного задания | 6 |
| Тема 1.6. <i>Основы метрологического обеспечения.</i> | Лекция № 4. Основы метрологического обеспечения. | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) | – | 1 |
| Тема 1.7. <i>Правовые основы обеспечения единства измерений</i> | Лекция № 4. Правовые основы обеспечения единства измерений | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) | – | 1 |
| Тема 2.1. <i>Основные цели, задачи и объекты стандартизации</i> | Лекция № 5. Основные цели, задачи и объекты стандартизации | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) | – | 1 |
| Тема 2.2. <i>Научно-методические основы стандартизации</i> | Лекция № 5. Научно-методические основы стандартизации | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) | – | 0,5 |
| Тема 2.3. <i>Система стандартизации РФ</i> | Лекция № 5. Система стандартизации РФ | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) | – | 0,5 |
| Тема 3.1. <i>Основные цели, задачи и объекты подтверждения соответствия</i> | Лекция № 6. Основные цели, задачи и объекты подтверждения соответствия | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) | – | 1 |
| Тема 3.2. <i>Схемы и системы подтверждения соответствия</i> | Лекция № 6. Схемы и системы подтверждения соответствия | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) | – | 0,5 |
| Тема 3.3. <i>Государственный контроль и надзор</i> | Лекция № 6. Государственный контроль и надзор | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) | – | 0,5 |

4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

| № п/п | № раздела и темы | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения | Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции) |
|---------------------------------------|--|---|---|
| Раздел 1 «Метрология» | | | |
| 1. | Тема 1.7. Правовые основы обеспечения единства измерений | Изучение текста и содержание Федерального закона 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) |
| Раздел 2 «Стандартизация» | | | |
| 2. | Тема 2.1. Стандартизация. Понятие о взаимозаменяемости | Изучение текста и содержание Федерального закона 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) |
| Раздел 2 «Подтверждение соответствия» | | | |
| 3. | Тема 3.1. Основные цели, задачи и объекты подтверждения соответствия | Изучение текста и содержание Федерального закона 184-ФЗ «О техническом регулировании» | ОПК-5 (ОПК-5.1) ОПК-1 (ОПК-1.1) |
| ВСЕГО | | | |

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

| Тема и форма занятия | | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий |
|---|---|---|
| Тема 1. <i>Основные термины и понятия метрологии</i> | Л | визуализация лекционного материала с использованием презентаций |
| Тема 1.3. <i>Погрешности измерений</i> | Л | визуализация лекционного материала с использованием презентаций |
| Тема 1.4. <i>Средства измерения</i> | Л | визуализация лекционного материала с использованием презентаций |
| Тема 1.5. <i>Обработка результатов измерений</i> | Л | визуализация лекционного материала с использованием презентаций |
| Тема 1.6. <i>Основы метрологического обеспечения.</i> | Л | визуализация лекционного материала с использованием презентаций |
| Тема 1.7. <i>Правовые основы обеспечения единства измерений</i> | Л | визуализация лекционного материала с использованием презентаций |
| Тема 2.1. <i>Основные цели, задачи и объекты стандартизации</i> | Л | визуализация лекционного материала с использованием презентаций |

| Тема и форма занятия | | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий |
|---|---|---|
| Тема 2.2. <i>Научно-методические основы стандартизации</i> | Л | визуализация лекционного материала с использованием презентаций |
| Тема 2.3. <i>Система стандартизации РФ</i> | Л | визуализация лекционного материала с использованием презентаций |
| Тема 3.1. <i>Основные цели, задачи и объекты подтверждения соответствия</i> | Л | визуализация лекционного материала с использованием презентаций |
| Тема 3.2. <i>Схемы и системы подтверждения соответствия</i> | Л | визуализация лекционного материала с использованием презентаций |
| Тема 3.3. <i>Государственный контроль и надзор</i> | Л | визуализация лекционного материала с использованием презентаций |

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Контроль знаний студентов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация студентов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях при проверке правильности выполнения индивидуального задания практической работы, а также с помощью контрольных тестов и контрольной работы.

Промежуточная аттестация студентов проводится в форме промежуточного контроля – экзамена.

Задания для практических работ, выполняемых на практических занятиях

Практическая работа № 1.

Округление погрешности и результатов измерения.

Используя данные таблиц 3, 4 требуется:

- записать кратное или дольное обозначение единиц, используя обозначение приставок,
- выразить производную единицу через основные единицы СИ, используя справочные данные (5);
- составить формулу размерности для заданной единицы.

Таблица 3

Числовое значение физической величины

| Первая цифра варианта | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| $5 \cdot 10^3$ | $4 \cdot 10^6$ | $9 \cdot 10^2$ | $7 \cdot 10^9$ | $7 \cdot 10^{12}$ | $4 \cdot 10^{15}$ | $7 \cdot 10^{18}$ | $5 \cdot 10^{21}$ | $2 \cdot 10^3$ | $5 \cdot 10^6$ |
| $4 \cdot 10^{-9}$ | $6 \cdot 10^{-3}$ | $8 \cdot 10^{-2}$ | $4 \cdot 10^{-6}$ | $9 \cdot 10^{-12}$ | $2 \cdot 10^{-21}$ | $7 \cdot 10^{-3}$ | $5 \cdot 10^{-15}$ | $4 \cdot 10^{-24}$ | $2 \cdot 10^{-3}$ |

Таблица 4

Единица измерения физической величины

| Вторая цифра варианта | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Кл | В | Ф | Ом | Вт | См | Вб | Тл | Гн | См |
| Дж | Ф | Ом | Вт | Тл | Ф | Тл | См | Вт | В |

Практическая работа № 2.**Составление уравнения размерности производных единиц.****Правила написания единиц согласно ГОСТ 8.417–2002.**

Используя исходные данные таблиц 6 и 7, произведите округление результата измерения в соответствии с различной погрешностью измерения.

Таблица 6

Результат измерения

| Первая цифра варианта | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 224,312 | 248,324 | 541,325 | 954,265 | 475,326 | 541,325 | 743,216 | 597,215 | 246,359 | 648,675 |
| 1235,21 | 3251,24 | 2341,50 | 8541,24 | 4752,12 | 3251,12 | 4923,12 | 1475,24 | 3651,41 | 8412,24 |
| 23,125 | 34,124 | 62,214 | 84,512 | 63,124 | 52,147 | 23,3221 | 11,124 | 13,124 | 12,451 |
| 0,265 | 1,3554 | 1,365 | 0,1254 | 0,1245 | 0,1245 | 1,654 | 2,1452 | 0,1544 | 0,12565 |
| 56,35 | 87,26 | 46,37 | 34,562 | 78,651 | 65,235 | 52,391 | 57,365 | 94,235 | 68,241 |
| 1,267 | 2,354 | 1,265 | 8,125 | 4,235 | 6,215 | 7,125 | 8,1245 | 8,1256 | 7,1253 |
| 126,03 | 142,32 | 421,32 | 365,25 | 956,32 | 325,14 | 623,41 | 325,23 | 784,26 | 953,62 |

Таблица 7

Погрешность измерения

| Вторая цифра варианта | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0,235 | 0,135 | 0,325 | 0,254 | 0,249 | 0,542 | 0,651 | 0,741 | 0,351 | 0,250 |
| 13,21 | 20,124 | 40,14 | 12,65 | 20,14 | 32,12 | 43,12 | 51,25 | 15,12 | 23,12 |
| 0,2354 | 0,7845 | 0,3217 | 0,3651 | 0,2214 | 0,3541 | 0,6589 | 0,1314 | 0,2364 | 0,135 |
| 0,0546 | 0,0125 | 0,0248 | 0,0641 | 0,0295 | 0,0146 | 0,0173 | 0,0874 | 0,0174 | 0,0162 |
| 1,259 | 1,325 | 0,2142 | 1,357 | 0,3481 | 0,4872 | 0,7452 | 0,8451 | 0,1451 | 0,3478 |
| 0,0145 | 0,0574 | 0,02456 | 0,0548 | 0,0523 | 0,8457 | 0,0457 | 0,0575 | 0,654 | 0,5025 |
| 2,321 | 3,214 | 4,215 | 6,125 | 7,145 | 5,1254 | 3,125 | 1,458 | 5,125 | 5,548 |

Практическая работа № 3.**Интервальная оценка результатов наблюдений**

Погрешность измерения напряжения ΔU распределена по нормальному закону, причем известно значение σ_U , и что систематическая погрешность равна нулю.

Найдите вероятность того, что результат измерения U отличается от действительного значения напряжения:

– не более чем на $\pm\Delta_{P1}$;

– более чем на $\pm\Delta_{P2}$;

Исходные данные по вариантам представлены в таблицах 8, 9.

Таблица 8

Исходные данные

| Первая цифра варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| σ_U , мВ | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |

Таблица 9

Исходные данные

| Вторая цифра варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\pm\Delta_{P1}$, мВ | 120 | 115 | 100 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 110 | 125 |
| $\pm\Delta_{P2}$, мВ | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 145 |

В результате поверки амперметра установлено, что P процентов погрешностей результатов измерений, произведенных с его помощью, не превосходят $\pm\Delta_{P1}$, мА. Считая, что погрешности распределены по нормальному закону с нулевым математическим ожиданием, найдите вероятность того, что погрешность результата измерения превзойдет $\pm\Delta_{P2}$, мА.

Исходные данные по вариантам представлены в таблицах 10, 11.

Таблица 10

Исходные данные

| Первая цифра варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| $\pm\Delta_{P1}$, мА | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 |
| $\pm\Delta_{P2}$, мА | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 |

Таблица 11

Исходные данные

| Вторая цифра варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| P , % | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |

Произведено n измерений сопротивления. Определить доверительный интервал истинного значения сопротивления, если закон распределения нормальный с параметрами: \bar{R} , σ_R . Систематическая погрешность измерения Δ_c при доверительной вероятности P_1 и P_2 . Записать результаты измерения.

Исходные данные по вариантам представлены в таблицах 12, 13

Исходные данные

| Первая цифра варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| n | 16 | 25 | 36 | 49 | 16 | 25 | 36 | 49 | 16 | 25 |
| \bar{R} , Ом | 200 | 260 | 185 | 190 | 240 | 260 | 210 | 220 | 230 | 280 |
| Δ_c , Ом | +1,0 | -1,5 | +2,0 | -2,4 | +2,2 | -4,0 | +2,5 | -3,0 | +1,5 | -2,5 |

Таблица 13

Исходные данные

| Вторая цифра варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| σ_R , Ом | 35 | 22 | 14 | 18 | 14 | 22 | 26 | 20 | 28 | 30 |
| P_1 , % | 95 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| P_2 , % | 85 | 75 | 65 | 80 | 90 | 95 | 50 | 60 | 65 | 70 |

Произведено n измерений постоянного сопротивления, рассчитано значение \bar{R} . Систематическая погрешность равна нулю, СКО составляет σ_R . Определить вероятность того, что:

- истинное значение измеряемой величины превзойдет R_1 ;
- истинное значение измеряемой будет не более R_2 ;

Исходные данные по вариантам представлены в таблицах 14, 15.

Таблица 14

Исходные данные

| Первая цифра варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| n | 25 | 36 | 49 | 16 | 16 | 25 | 36 | 49 | 16 | 25 |
| σ_R , Ом | 2,2 | 2,6 | 2,0 | 2,8 | 3,5 | 2,2 | 1,4 | 1,8 | 1,4 | 3,0 |

Таблица 15

Исходные данные

| Вторая цифра варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| \bar{R} , Ом | 21,0 | 22,0 | 23,0 | 28,0 | 26,0 | 20,0 | 26,0 | 18,5 | 19,0 | 24,0 |
| R_1 , Ом | 21,25 | 22,14 | 23,2 | 28,3 | 26,12 | 20,2 | 26,3 | 18,7 | 19,1 | 24,2 |
| R_2 , Ом | 20,8 | 21,9 | 22,7 | 27,9 | 25,85 | 19,7 | 25,9 | 17,8 | 18,8 | 23,7 |

Определение удельных магнитных потерь для различных образцов одной партии электротехнической стали марки 2212 дало следующие результаты: x_1 , x_2 , x_3 , x_4 , x_5 Вт/кг. Считая, что систематическая погрешность отсутствует, а слу-

чайная распределена по нормальному закону, требуется определить доверительный интервал при значениях доверительной вероятности P .

Исходные данные по вариантам представлены в таблицах 16, 17.

Таблица 16

Исходные данные

| Первая цифра варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| x_1 , Вт/кг | 1,21 | 1,22 | 1,23 | 1,24 | 1,25 | 1,26 | 1,27 | 1,28 | 1,29 | 1,30 |
| x_2 , Вт/кг | 1,17 | 1,18 | 1,19 | 1,20 | 1,21 | 1,22 | 1,23 | 1,24 | 1,25 | 1,26 |
| x_3 , Вт/кг | 1,18 | 1,19 | 1,20 | 1,21 | 1,22 | 1,23 | 1,24 | 1,25 | 1,26 | 1,27 |

Таблица 17

Исходные данные

| Вторая цифра варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| x_4 , Вт/кг | 1,19 | 1,20 | 1,21 | 1,22 | 1,23 | 1,24 | 1,25 | 1,26 | 1,27 | 1,22 |
| x_5 , Вт/кг | 1,15 | 1,16 | 1,17 | 1,18 | 1,19 | 1,20 | 1,21 | 1,22 | 1,23 | 1,24 |
| P , % | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 99 | 98 |

Погрешность результата измерения тока распределена по закону Симпсона в интервале от Δ_1 до Δ_2 . Определите систематическую погрешность Δ_c и СКО результата измерения.

Исходные данные по вариантам представлены в таблицах 18, 19.

Таблица 18

Исходные данные

| Первая цифра варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------------|----|-----|-----|-----|----|----|----|-----|----|----|
| Δ_1 , мА | -6 | -10 | -12 | -14 | -8 | -4 | -6 | -10 | -2 | -3 |

Таблица 19

Исходные данные

| Вторая цифра варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Δ_2 , мА | +12 | +14 | +10 | +14 | +6 | +12 | +14 | +10 | +14 | +15 |

Погрешность результата измерения тока распределена равномерно в интервале от Δ_1 до Δ_2 . Найдите вероятность того, что погрешность результата измерения лежит в диапазоне от Δ_n до Δ_b .

Исходные данные по вариантам представлены в таблицах 20, 21.

Таблица 20

Исходные данные

| Первая цифра варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\Delta_1, \text{мА}$ | -10 | -12 | -14 | -8 | -6 | -10 | -12 | -14 | -8 | -6 |
| $\Delta_2, \text{мА}$ | +8 | +10 | +12 | +14 | +10 | +14 | +6 | +12 | +14 | +10 |

Таблица 21

Исходные данные

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Вторая цифра варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| $\Delta_n, \text{мА}$ | -4,0 | -4,5 | -3,0 | -3,5 | -5,0 | -5,5 | -2,5 | -2,0 | -1,5 | -1,0 |
| $\Delta_b, \text{мА}$ | +3,5 | +5,0 | +5,5 | +2,5 | +2,0 | +1,5 | +1,0 | +4,0 | +4,5 | +3,0 |

Практическая работа № 4.

Параметры и свойства средств измерений

Определить значение измеряемого параметра для данных, представленных в таблице 22 и 23

Таблица 22

Исходные данные

| | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|---|----|
| Параметр | Первая цифра варианта | | | | | | | | | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Положение стрелки | 20 | 10 | 12 | 16 | 22 | 24 | 18 | 28 | 8 | 14 |

Таблица 23

Исходные данные

| | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Вторая цифра варианта | | | | | | | | | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Мультиметр | Ц4353 | Ц4340 | Ц4353 | Ц4340 | Ц4353 | Ц4340 | Ц4353 | Ц4340 | Ц4353 | Ц4340 |
| Положение переключателя, $\sim V$ | 3 | 2,5 | 6 | 10 | 15 | 50 | 30 | 250 | 60 | 500 |
| Положение переключателя, $\sim \text{мА}$ | 0,6 | 0,25 | 3 | 1 | 1500 | 5 | 60 | 25 | 300 | 0,25 |
| Мультиметр | Ц4340 | Ц4353 | Ц4340 | Ц4353 | Ц4340 | Ц4353 | Ц4340 | Ц4353 | Ц4340 | Ц4353 |
| Положение переключателя, $-\text{мА}$ | 0,05 | 1500 | 0,25 | 0,6 | 1 | 3 | 5 | 15 | 2,5 | 60 |
| Положение переключателя, $- V$ | 1000 | 150 | 2,5 | 300 | 10 | 600 | 50 | 1,5 | 250 | 15 |

Определить цену деления и чувствительность прибора при измерении значений представленных в таблице 3.6. Лицевые панели приборов изображены на рисунках 24, 25.

Таблица 24

Исходные данные

| Параметр | Первая цифра варианта | | | | | | | | | |
|------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Мультиметр | Ц4340 | Ц4353 | Ц4340 | Ц4353 | Ц4340 | Ц4353 | Ц4340 | Ц4353 | Ц4340 | Ц4353 |

Таблица 25

Исходные данные

| Параметр | Вторая цифра варианта | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Измеряемое значение, ~В | 2,0 | 12 | 16 | 24 | 85 | 42 | 64 | 55 | 250 | 150 |
| Измеряемое значение, -мА | 800 | 500 | 400 | 250 | 100 | 50 | 15 | 30 | 45 | 60 |
| Измеряемое значение, - В | 0,5 | 2,5 | 350 | 35 | 46 | 320 | 140 | 400 | 4,0 | 18 |
| Измеряемое значение, ~мА | 0,2 | 0,5 | 1,5 | 3,5 | 4,5 | 0,15 | 0,1 | 0,4 | 0,8 | 2,0 |

Для измерения напряжения U_1 и U_2 , с частотой 100 Гц и 150 кГц, использовали вольтметр ВЗ–38.

Определить абсолютную и относительную погрешности этих измерений, если в паспорте вольтметра указаны следующие технические характеристики:

а) диапазон измеряемых напряжений от 100 мкВ до 300 В перекрывается следующими пределами:

| | | | | | | |
|----|---|---|----|----|-----|-----|
| мВ | 1 | 3 | 10 | 30 | 100 | 300 |
| В | 1 | 3 | 10 | 30 | 100 | 300 |

б) в нормальной области частот от 45 Гц до 20 МГц основная погрешность, выраженная в процентах от конечного значения установленного предела измерения, не превышает $\pm\gamma_1$ % в диапазоне 1 ... 300 мВ и $\pm\gamma_2$ % в диапазоне 1 ... 300 В.

Таблица 26

Исходные данные

| Параметр | Первая цифра варианта | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Основная погрешность $\pm\gamma_1$, % | 1 | 1,5 | 1,6 | 2 | 2,5 | 1 | 1,5 | 1,6 | 2 | 2,5 |
| Основная погрешность $\pm\gamma_2$, % | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,4 |

Исходные данные

| Параметр | Вторая цифра варианта | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Измеряемое напряжение U_1 | 5 В | 20 мВ | 35 В | 120 мВ | 220 В | 140 мВ | 25 В | 110 мВ | 12 В | 60 мВ |
| Измеряемое напряжение U_2 | 10 мВ | 25 В | 20 мВ | 120 В | 40 мВ | 45 В | 210 мВ | 24 В | 40 мВ | 220 В |

Определить аддитивную и наибольшую мультипликативную погрешность средства измерений, если номинальная функция преобразования Y_n , а реальная Y_p (табл. 29), верхний предел диапазона измерений X_{\max} (табл. 28).

Таблица 28

Исходные данные

| Параметр | Первая цифра варианта | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Верхний предел измерения средства измерения X_{\max} | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 200 | 250 |

Таблица 29

Исходные данные

| Параметр | Вторая цифра варианта | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Реальная функция преобразования Y_p | 0,01+3,02x | -0,02+2,04x | 0,03+2,98x | 0,05+1,95x | 0,12+4,05x | -0,05+3,98x | 0,08+3,06x | -0,02+2,01x | 0,04+3,03x | -0,01+2,97x |
| Номинальная функция преобразования Y_n | 3,0x | 2,0x | 3,0x | 2,0x | 4,0x | 4,0x | 3,0x | 2,0x | 3,0x | 3,0x |

При пяти измерениях одного и того же напряжения датчика с помощью вольтметра получены следующие результаты $U_1 \dots U_5$. Считая среднее арифметическое значение приведенных напряжений истинным, определить границы абсолютной и относительной погрешностей.

Таблица 30

Исходные данные

| Параметр | Первая цифра варианта | | | | | | | | | |
|----------|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Показания вольтметра, В | 3,02 | 3,02 | 3,01 | 3,06 | 3,0 | 2,99 | 2,98 | 2,97 | 3,05 | 3,04 |
| Показания вольтметра U_2 , В | 3,01 | 3,06 | 3,03 | 2,99 | 2,98 | 2,97 | 3,05 | 3,04 | 3,02 | 2,98 |

Таблица 31

Исходные данные

| Параметр | Вторая цифра варианта | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Показания вольтметра U_3 , В | 3,0 | 2,99 | 2,98 | 2,97 | 3,05 | 3,04 | 3,01 | 3,06 | 3,0 | 2,99 |
| Показания вольтметра U_4 , В | 3,06 | 3,08 | 3,02 | 3,0 | 2,99 | 2,98 | 2,97 | 3,05 | 3,04 | 3,05 |
| Показания вольтметра U_5 , В | 2,97 | 2,95 | 3,04 | 3,2 | 3,0 | 2,99 | 2,98 | 2,97 | 3,05 | 3,04 |

Практическая работа № 5.

Погрешности средств измерений

Для прибора (таб.32) в выбранном диапазоне определить абсолютную, относительную и приведенную погрешность измерения заданных параметров (таб.33).

Таблица 32

Исходные данные

| Параметр | Первая цифра варианта | | | | | | | | | |
|------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Мультиметр | Ц4340 | Ц4353 | Ц4340 | Ц4353 | Ц4340 | Ц4353 | Ц4340 | Ц4353 | Ц4340 | Ц4353 |

Таблица 33

Исходные данные

| Параметр | Вторая цифра варианта | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Измеряемое значение, мА | -2 | ~1,5 | -0,2 | ~1,4 | -0,2 | ~0,4 | -0,8 | ~1,6 | -0,1 | ~0,1 |
| Измеряемое значение, В | ~12 | -1,1 | ~50 | -7,5 | ~2,5 | -5 | ~30 | -1,5 | ~4,5 | -4,6 |

Вольтметр имеет заданный класс точности (таб. 34) и следующие пределы измерений: 7,5; 15; 75; 150 В.

Определите величину предельной абсолютной и приведенной погрешности измерения напряжения U_1 и U_2 (таб. 35) и запишите результат измерения.

Таблица 34

Исходные данные

| Параметр | Первая цифра варианта | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Класс точности вольтметра | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,15 | 0,5 | 0,25 | 0,4 | 0,3 | 0,1 | 0,2 |

Таблица 35

Исходные данные

| Параметр | Вторая цифра варианта | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Измеренное напряжение U_1 , В | 5,5 | 35,2 | 64,2 | 5,8 | 65,4 | 25,6 | 87,4 | 95,4 | 4,2 | 87,6 |
| Измеренное напряжение U_2 , В | 95,5 | 85,2 | 84,2 | 105 | 10,4 | 96,6 | 5,4 | 25,4 | 21,2 | 7,6 |

Цифровой вольтметр класса точности s/d (таб. 37) имеет пределы измерения: 6; 15; 30; 60; 150; 300 В.

Определите:

а) предельную погрешность измерения и запишите результат измерения напряжения U ;

б) значения аддитивной и мультипликативной составляющих погрешностей результата измерения напряжения U .

Таблица 36

Исходные данные

| Параметр | Первая цифра варианта | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Измеренное напряжение U , В | 5,5 | 20 | 35 | 75 | 110 | 160 | 220 | 4,5 | 45 | 85 |

Таблица 37

Исходные данные

| Параметр | | Вторая цифра варианта | | | | | | | | | |
|-------------------|---|-----------------------|-------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Класс точности | c | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,15 | 0,06 | 0,04 | 0,025 | 0,02 | 0,04 | 0,06 |
| | d | 0,01 | 0,015 | 0,02 | 0,06 | 0,04 | 0,025 | 0,016 | 0,01 | 0,02 | 0,04 |

Определить абсолютную, относительную и приведенную погрешность измерения напряжения переменного тока U_1 с частотой T_1 и тока U_2 с частотой T_2 (табл.39, 40).

Для измерения используют 4,5-разрядный цифровой мультиметр U3401A. Разрешающая способность при измерении постоянной и переменной составляющих напряжения переменного тока, отсчет полной шкалы и погрешность заданы по формуле

$$\pm \Delta = \pm (\% \text{ от отсчета} + n \text{ е.м.р.})$$

и представлены в таблице 3.19.

Таблица 38

Метрологические характеристики мультиметра U3401A

| Предел измерения | Разрешающая способность | Макс. значение отсчета | Погрешность | | |
|------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| | | | от 50 Гц до 10 кГц | от 10 кГц до 30 кГц | от 30 кГц до 100 кГц |
| 500,00 мВ | 10 мкВ | 510,00 | 0,5% + 50 | 2% + 70 | 3% + 60 |
| 5,0000 В | 100 мкВ | 5,1000 | 0,5% + 25 | 1% + 30 | 3% + 40 |
| 50,000 В | 1 мВ | 51,000 | 0,5% + 15 | 1% + 20 | 3% + 30 |

Таблица 39

Исходные данные

| Параметр | Первая цифра варианта | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Частота T ₁ | 20 кГц | 50 кГц | 5 кГц | 25 кГц | 70 кГц | 90 Гц | 15 кГц | 35 кГц | 80 Гц | 20 кГц |
| Частота T ₂ , | 60 Гц | 15 кГц | 35 кГц | 80 Гц | 20 кГц | 50 кГц | 5 кГц | 25 кГц | 70 кГц | 90 Гц |

Таблица 40

Исходные данные

| Параметр | Вторая цифра варианта | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Измеряемое напряжение U ₁ , В | 5,365 | 42,14 | 0,87 | 27,4 | 0,54 | 10,36 | 22,34 | 0,231 | 40,14 | 15,54 |
| Измеряемое напряжение U ₂ , В | 0,248 | 2,348 | 12,23 | 0,147 | 25,54 | 3,54 | 0,365 | 32,14 | 1,87 | 0,451 |

При поверке миллиамперметра на диапазоне измерения от 0 А до I_{max} образцовым прибором получены значения абсолютной погрешности Δ₁ ... Δ₅. Определить приведенную погрешность и назначить класс точности миллиамперметра.

Таблица 41

Исходные данные

| Параметр | Первая цифра варианта | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Абсолютная погрешность Δ ₁ , мА | 0,02 | -0,01 | 0,03 | -0,04 | 0,05 | -0,02 | 0,01 | -0,05 | 0,02 | -0,03 |
| Абсолютная погрешность Δ ₂ , мА | 0,05 | 0,02 | -0,01 | 0,03 | -0,04 | 0,05 | 0,05 | -0,02 | 0,01 | 0,02 |

Таблица 42

Исходные данные

| Параметр | Вторая цифра варианта | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Абсолютная погрешность Δ_3 , мА | -0,04 | 0,05 | 0,03 | -0,04 | 0,05 | 0,01 | -0,05 | 0,02 | -0,03 | -0,03 |
| Абсолютная погрешность Δ_4 , мА | -0,05 | 0,02 | -0,03 | 0,02 | -0,01 | 0,03 | -0,04 | 0,05 | 0,02 | -0,01 |
| Абсолютная погрешность Δ_5 , мА | -0,02 | 0,01 | -0,05 | -0,03 | 0,02 | -0,01 | 0,03 | 0,05 | 0,03 | -0,04 |

Таблица 43

Исходные данные

| Параметр | Вторая цифра варианта | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|----|----|----|-----|----|---|-----|----|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Верхний предел диапазона измерения силы тока I_{\max} , мА | 30 | 10 | 50 | 15 | 2,5 | 25 | 5 | 2,5 | 15 | 6 |

Практическая работа № 6.

Выбор средств измерений электрических величин

Предполагаемый диапазон измеряемых действующих значений периодического напряжения электрической сети составляет U_{\min} до U_{\max} . Номинальная частота измеряемого напряжения равна T . Температура в эксперименте предполагается не выше t .

Необходимо определить какой из представленных приборов (таб.45) подходит для измерения статического напряжения, если суммарная инструментальная относительная погрешность измерения должна быть не более δ %.

Таблица 44

Исходные данные

| Прибор, модель | Цена, р. |
|--|----------|
| Цифровой вольтметр СВ 3010/1 | 25000 |
| Цифровой вольтметр СВ 3010/2 | 25000 |
| Цифровой мультиметр модель DMM4020 (Tektronix) | 38000 |
| 6 ½-разрядный мультиметр 2000 (Keithley) | 54000 |
| Вольтметр универсальный В7-77 | 35000 |

Таблица 45

Исходные данные

| Параметр | Первая цифра варианта | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|------------|----------|----------|----------|----------|------------|-------------|-----------|----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Частота напряжения T | 50 Гц | 1,5 кГц | 70 Гц | 80 Гц | 1 кГц | 40 Гц | 0,5 кГц | 0,45 кГц | 70 кГц | 60 Гц |
| Допускаемая погрешность δ , % | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |

Таблица 46

Исходные данные

| Параметр | Вторая цифра варианта | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Температура t , °С | +5 | +10 | +15 | +30 | +35 | +40 | +5 | +12 | +30 | +10 | |
| Измеряемое напряжение, В | U_{\min} | 0,2 | 10 | 150 | 200 | 0,6 | 5 | 60 | 250 | 500 | 0,25 |
| | U_{\max} | 0,6 | 25 | 180 | 240 | 1,5 | 40 | 150 | 350 | 550 | 0,5 |

Практическая работа № 7.

Обработка результатов прямых многократных наблюдений (малое число)

Цифровым измерителем иммитанса Е7-14 проводились прямые многократные измерения сопротивления магазина сопротивлений марки Р33, номинальное значение которого равно 0,1 Ом. Измерения проводились в диапазоне рабочих температур измерителя иммитанса.

Получены результаты измерения R_i , мОм.

Проведенные измерения характеризуются неисключенной систематической погрешностью, задаваемой пределом допускаемого значения:

основной погрешности измерения измерителя Е7–14, определяемой по формуле (для диапазона измерения от 0,1 ... 1000 мОм)

$$\theta_{осн} = 10^{-3}(1 + Q)R + 3 \cdot 10^{-4} R_k,$$

где Q – добротность катушки сопротивления (для данного магазина сопротивлений добротность $Q = 0$); R_k – конечное значение диапазона, Ом;

дополнительной погрешности измерения в диапазоне рабочих температур, которая задана формулой

$$\theta_{доп} = k\theta_{осн},$$

где k – множитель, определяемый по таблице 47.

Таблица 47

Значение множителя k для расчета дополнительной погрешности Е7–14

| Вторая цифра варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Множитель k | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,2 |

Для устранения влияния соединительных проводов и переходных сопротивлений контактов был проведен ряд измерений при нулевом значении магазина сопротивлений. Получены результаты измерения R_{0i} , мОм.

Требуется провести обработку результатов наблюдений:

- определить и исключить систематические погрешности;
- для исправленных результатов наблюдений вычислить среднее арифметическое значение, оценку СКО результатов наблюдений и оценку СКО среднего арифметического;
- проверить результаты измерений на наличие грубых погрешностей и промахов;
- проверить гипотезу о том, что результаты наблюдений принадлежат нормальному распределению;
- вычислить доверительные (интервальные) границы случайной погрешности результата измерения;

- вычислить границы неисключенной систематической погрешности θ ;
- вычислить доверительные границы суммарной погрешности результата измерения и записать результат измерения.

Уровень значимости проверки гипотез принять $q = 0,05$, доверительные границы при расчете погрешностей $P_\delta = 0,95$.

Исходные данные по вариантам приведены в таблицах 48 – 50.

Таблица 48

Исходные данные

| Результаты измерения R_i | Первая цифра варианта | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 145,36 | 145,37 | 145,38 | 145,38 | 145,36 | 145,37 | 145,36 | 145,37 | 145,36 | 145,38 |
| 2 | 145,38 | 145,37 | 145,38 | 145,39 | 145,37 | 145,38 | 145,37 | 145,38 | 145,36 | 145,38 |
| 3 | 145,39 | 145,38 | 145,39 | 145,39 | 145,38 | 145,39 | 145,38 | 145,39 | 145,37 | 145,39 |
| 4 | 145,39 | 145,40 | 145,40 | 145,40 | 145,39 | 145,40 | 145,38 | 145,40 | 145,38 | 145,39 |
| 5 | 145,39 | 145,41 | 145,41 | 145,40 | 145,40 | 145,40 | 145,39 | 145,40 | 145,39 | 145,39 |
| 6 | 145,40 | 145,42 | 145,41 | 145,41 | 145,40 | 145,41 | 145,40 | 145,41 | 145,40 | 145,40 |
| 7 | 145,41 | 145,42 | 145,42 | 145,41 | 145,41 | 145,42 | 145,41 | 145,42 | 145,41 | 145,41 |

Таблица 49

Исходные данные

| Результаты измерения R_i | Вторая цифра варианта | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 8 | 145,43 | 145,44 | 145,45 | 145,43 | 145,44 | 145,45 | 145,43 | 145,44 | 145,45 | 145,43 |
| 9 | 145,43 | 145,44 | 145,45 | 145,44 | 145,45 | 145,46 | 145,44 | 145,46 | 145,46 | 145,45 |
| 10 | 145,44 | 145,45 | 145,46 | 145,45 | 145,46 | 145,46 | 145,45 | 145,47 | 145,46 | 145,45 |
| 11 | 145,45 | 145,46 | 145,46 | 145,46 | 145,46 | 145,47 | 145,46 | 145,47 | 145,47 | 145,46 |
| 12 | 145,46 | 145,47 | 145,47 | 145,47 | 145,47 | 145,48 | 145,47 | 145,48 | 145,48 | 145,47 |
| 13 | 145,46 | 145,48 | 145,47 | 145,48 | 145,48 | 145,48 | 145,48 | 145,48 | 145,48 | 145,48 |
| 14 | 145,47 | 145,48 | 145,48 | 145,48 | 145,48 | 145,49 | 145,49 | 145,49 | 145,49 | 145,49 |
| 15 | 145,48 | 145,49 | 145,49 | 145,49 | 145,49 | 145,49 | 145,49 | 145,49 | 145,49 | 145,49 |
| 16 | 145,48 | 145,49 | 145,49 | 145,49 | 145,49 | 145,49 | 145,49 | 145,49 | 145,49 | 145,49 |

Таблица 50

Исходные данные

| Результаты измерения R_{0i} | Вторая цифра варианта | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | 45,28 | 45,22 | 45,24 | 45,23 | 45,25 | 45,15 | 45,13 | 45,14 | 45,13 | 45,17 |
| | 45,30 | 45,28 | 45,28 | 45,26 | 45,28 | 45,18 | 45,16 | 45,18 | 45,19 | 45,11 |
| | 45,31 | 45,33 | 45,31 | 45,32 | 45,32 | 45,22 | 45,22 | 45,21 | 45,23 | 45,12 |
| | 45,32 | 45,34 | 45,33 | 45,36 | 45,35 | 45,25 | 45,26 | 45,23 | 45,24 | 45,14 |
| | 45,35 | 45,35 | 45,34 | 45,37 | 45,37 | 45,27 | 45,27 | 45,24 | 45,25 | 45,15 |

Практическая работа № 8.

Обработка результатов косвенных многократных наблюдений

Определение параметра $Z = f(x_1, x_2, x_3)$ проводится с помощью прямых многократных измерений параметров x_1, x_2, x_3 , для каждого из которых извест-

ны основные метрологические характеристики применяемых средств измерений – пределы измерений (ПИ) и класс точности (КТ).

Требуется:

провести обработку результатов измерений;

найти суммарную погрешность косвенного измерения параметра Z измерения с доверительной вероятностью $P = 95 \%$.

Исходные данные приведены в таблицах 3 – 5

Таблица 51

Исходные данные

| Результаты измерения x_{ij} | Первая цифра варианта | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| x_{1i} | 10,31 | 11,28 | 12,15 | 13,23 | 14,36 | 15,42 | 16,74 | 17,82 | 18,64 | 19,71 |
| | 10,32 | 11,29 | 12,16 | 13,24 | 14,36 | 15,44 | 16,77 | 17,82 | 18,67 | 19,73 |
| | 10,35 | 11,29 | 12,15 | 13,26 | 14,38 | 15,46 | 16,75 | 17,84 | 18,68 | 19,75 |
| | 10,34 | 11,27 | 12,14 | 13,28 | 14,37 | 15,46 | 16,76 | 17,85 | 18,67 | 19,74 |
| | 10,39 | 11,26 | 12,17 | 13,24 | 14,39 | 15,43 | 16,76 | 17,83 | 18,53 | 19,72 |
| x_{2i} | 21,9 | 23,3 | 24,3 | 25,4 | 26,6 | 27,0 | 28,9 | 29,3 | 30,2 | 31,9 |
| | 22,0 | 23,8 | 24,5 | 25,6 | 26,7 | 27,4 | 28,8 | 29,8 | 30,9 | 31,5 |
| | 22,1 | 23,5 | 24,8 | 25,9 | 26,9 | 27,6 | 28,4 | 29,6 | 30,5 | 31,8 |
| | 22,8 | 23,1 | 24,1 | 25,1 | 27,0 | 27,8 | 28,6 | 29,7 | 30,4 | 31,2 |
| | 22,6 | 23,6 | 24,9 | 25,7 | 27,1 | 27,5 | 28,7 | 29,5 | 30,7 | 31,4 |
| x_{3i} | 5,05 | 6,12 | 7,17 | 8,12 | 9,21 | 5,13 | 6,72 | 7,31 | 8,22 | 9,23 |
| | 5,03 | 6,15 | 7,19 | 8,16 | 9,29 | 5,16 | 6,77 | 7,33 | 8,29 | 9,24 |
| | 5,04 | 6,18 | 7,12 | 8,17 | 9,28 | 5,15 | 6,75 | 7,37 | 8,28 | 9,26 |
| | 5,06 | 6,12 | 7,14 | 8,19 | 9,30 | 5,14 | 6,76 | 7,34 | 8,27 | 9,29 |
| | 5,02 | 6,14 | 7,15 | 8,20 | 9,31 | 5,19 | 6,79 | 7,39 | 8,26 | 9,21 |

Таблица 52

Исходные данные

| Результаты измерения x_{ij} | Вторая цифра варианта | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| x_{1i} | ПИ | ±35 | 0...20 | -10...+20 | ±20 | 0...25 | ±25 | -20...+25 | 0...30 | ±30 | -20...35 |
| | КТ | 0,01 | 0,02 | 0,015 | 0,025 | 0,04 | 0,01 | 0,02 | 0,015 | 0,03 | 0,025 |
| x_{2i} | ПИ | -20...35 | ±40 | 0...40 | -20...+35 | ±45 | 0...45 | ±40 | -10...+40 | 0...40 | ±45 |
| | КТ | 0,2 | 0,3 | 0,15 | 0,2 | 0,1 | 0,25 | 0,4 | 0,15 | 0,2 | 0,1 |
| x_{3i} | ПИ | 0...30 | -20...+25 | ±25 | 0...25 | -10...+20 | ±15 | 0...30 | ±30 | -20...+35 | 0...20 |
| | КТ | 0,04/0,02 | 0,025/0,02 | 0,025/0,01 | 0,02/0,01 | 0,06/0,02 | 0,2/0,15 | 0,15/0,01 | 0,4/0,2 | 0,25/0,1 | 0,02/0,01 |

Сокращения. ПИ – пределы измерения средства измерения; КТ – класс точности средства измерения.

Таблица 53

Исходные данные

| Параметр | Вторая цифра варианта |
|----------|-----------------------|
|----------|-----------------------|

| | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Вид функции $Z = f(x_1, x_2, x_3)$ | $\frac{5x_1^3}{x_2x_3}$ | $\frac{3x_1x_2^2}{x_3}$ | $\frac{10x_2^2}{x_1x_3}$ | $\frac{5x_2^3x_3}{x_1}$ | $\frac{5x_3^3}{x_1x_2}$ |
| <i>Продолжение таблицы 7.6</i> | | | | | |
| Параметр | Вторая цифра варианта | | | | |
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Вид функции $Z = f(x_1, x_2, x_3)$ | $\frac{6x_2^3}{x_1x_3}$ | $\frac{5x_1^2x_2^2}{x_3}$ | $\frac{2x_3^4}{x_1x_2}$ | $\frac{3x_1^3}{x_2x_3}$ | $\frac{8x_2^2}{x_1x_3}$ |

Примерные тесты для текущего контроля по дисциплине

Тест №1

Задание #1

Вопрос: Укажите определение единицы массы - килограмм, принятое в международной системе единиц СИ

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) Масса, равная 10^{24} атома нейтрона.
- 2) Масса одного кубического дециметра чистой воды при температуре ее наибольшей плотности (4°C).
- 3) Масса, равная $1/385475648$ массы Земли.
- 4) Масса, равная массе международного прототипа килограмма.

Задание #2

Вопрос: Указать правильное выражение размерности в системе СИ единицы плотности электрического тока (A/m^2)

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) L^{-2}I
- 2) IT^{-2}
- 3) L^2M
- 4) LT^{-3}
- 5) L^2I^2

Задание #3

Вопрос: Указать правильное выражение размерности в системе СИ единицы электрической проводимости - сименс ($\text{Cm} = \text{A}/\text{V}$)

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) $\text{L}^{-2}\text{M}^{-1}\text{T}^3\text{I}^2$
- 2) $\text{L}^2\text{MT}^{-3}\text{I}^{-1}$
- 3) LMIT^{-3}
- 4) $\text{L}^2\text{MI}\text{T}^{-2}$
- 5) LMIT^{-2}

Задание #4

Вопрос: Указать правильное выражение размерности в системе СИ единицы потока магнитной индукции - вебер ($\text{Wb} = \text{V}\cdot\text{s}$)

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) $\text{L}^2\text{MT}^{-2}\text{I}^2$
- 2) $\text{L}^2\text{MI}\text{T}^{-2}$
- 3) LMIT^{-3}

- 4) $L^2MT^{-2}I^{-1}$
- 5) $LMIT^{-2}$

Задание #5

Вопрос: Укажите, к какому виду единиц ФВ относятся единица объема - литр
Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) Внесистемная, допускаемые наравне с единицами СИ
- 2) Основная единица системы СИ
- 3) Внесистемная, изъятая из употребления
- 4) Производная единица системы СИ
- 5) Внесистемная, допускаемые к применению в специальных областях

Задание #6

Вопрос: Укажите, какому множителю в системе СИ соответствует приставка микро
Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) 10^9
- 2) 10^{18}
- 3) 10^{-9}
- 4) 10^{-6}
- 5) 10^{-12}

Задание #7

Вопрос: Укажите, обозначение приставки в системе СИ, которой обозначается множитель 10^{12}

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) Э
- 2) к
- 3) Т
- 4) п
- 5) М

Задание #8

Вопрос: Укажите правильный вариант написания единиц измерений
Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) $20^\circ C$
- 2) 80 %
- 3) 100кВт
- 4) $20^\circ C$
- 5) 80%

Задание #9

Вопрос: Укажите правильный вариант написания единиц измерений
Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) 80%
- 2) $5^\circ 45', 48$
- 3) $20^\circ C$
- 4) $20^\circ C$
- 5) $5^\circ 45', 48'$

Задание #10

Вопрос: Укажите правильный вариант написания значений величин с предельными отклонениями

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) $60,0\text{Ом} \pm 0,4\text{Ом}$
- 2) $(450,0 \pm 0,6)\text{Ом}$
- 3) $150,0 \pm 0,9\text{А}$
- 4) $560,0\text{ В} \pm 0,4\text{ В}$
- 5) $(260,02 \pm 0,8)\text{ Ом};$

Задание #11

Вопрос: Укажите правильный вариант написания буквенного обозначения и наименования единиц

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) 20 Дж/кг
- 2) 20 джоулей на кг
- 3) 20 Дж/килограмм
- 4) 20 джоулей на килограмм
- 5) 50 фарад на м

Задание #12

Вопрос: Укажите правильный вариант округления результата измерения напряжения $V = (3497,2321 \pm 38,185)$ В.

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) $3497,23 \pm 38,18$
- 2) 3500 ± 40
- 3) 3497 ± 38
- 4) $3497,2 \pm 38,1$
- 5) 3490 ± 40

Задание #13

Вопрос: Укажите правильный вариант округления результата измерения напряжения $V = (1298,9721 \pm 35,685)$ В.

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) $1298,9 \pm 35,7$
- 2) 1300 ± 30
- 3) $1299,0 \pm 35,7$
- 4) 1298 ± 35
- 5) 1300 ± 40

Задание #14

Вопрос: Укажите правильный вариант округления результата измерения сопротивления $R = (25,412 \pm 0,155)$ Ом

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) $25,412 \pm 0,155$
- 2) $25,4 \pm 0,2$
- 3) $25,41 \pm 0,15$
- 4) $25,41 \pm 0,16$
- 5) $25,412 \pm 0,15$

Задание #15

Вопрос: Укажите правильный вариант округления результата измерения сопротивления $R = (145,712 \pm 1,25)$ Ом

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) $145,7 \pm 1,2$
- 2) 145 ± 1
- 3) $145,71 \pm 1,2$
- 4) $145,7 \pm 1,3$
- 5) $145,71 \pm 1,25$

Тест №2

Задание #1

Вопрос: У какого из перечисленных распределений случайных величин нет моды?

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) арксинусоидального
- 2) равномерного

- 3) треугольного
- 4) нормального
- 5) Лапласа

Задание #2

Вопрос: Как называется числовое значение, которое принимается за оценку истинного значения измеряемой величины?

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) медиана
- 2) дисперсия
- 3) СКО
- 4) математическое ожидание
- 5) мода

Задание #3

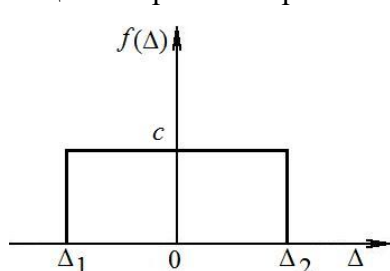
Вопрос: К чему стремится СКО среднего арифметического значения измеряемой величины по мере увеличения числа наблюдений?

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) к нулю
- 2) к единице
- 3) к истинному значению измеряемой величины
- 4) к среднему арифметическому значению измеряемой величины
- 5) к бесконечности

Задание #4

Вопрос: На рисунке изображено равномерное распределение погрешности результата измерения напряжения. Параметры распределения: $c = 0,25$ 1/мВ, $m_{\Delta} = 1,15$ мВ. Определите границы интервала погрешности Δ_1 и Δ_2 .



Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) $\Delta_1 = 0,55$ мВ; $\Delta_2 = 3,55$ мВ
- 2) $\Delta_1 = -0,8$ мВ; $\Delta_2 = 3,1$ мВ
- 3) $\Delta_1 = -0,85$ мВ; $\Delta_2 = 3,15$ мВ
- 4) $\Delta_1 = -0,45$ мВ; $\Delta_2 = 3,45$ мВ
- 5) $\Delta_1 = -0,62$ мВ; $\Delta_2 = 3,34$ мВ

Задание #5

Вопрос: Погрешность измерения напряжения вольтметром распределена по нормальному закону. Систематическая погрешность равна нулю, а СКО результатов измерения составляет $\sigma_U = 50$ мВ. Определить вероятность того, что результат измерения отличается от истинного значения напряжения не более чем на 120 мВ.

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) 0,056 (5,6 %)
- 2) 0,9836 (98,36 %)
- 3) 0,0164 (1,64 %)
- 4) 0,954 (95,4 %)
- 5) 0,0374 (3,7 %)

Задание #6

Вопрос: При измерении сопротивления омметр показывает $R = 880$ мОм. Систематическая погрешность измерения $\Delta_c = -5,5$ мА. Среднее квадратичное отклонение показаний $\sigma_R = 25$ мОм. Укажите доверительные границы для истинного значения измеряемого сопро-

тивления с вероятностью $P = 0,7$. Распределения результатов измерений описывается нормальным законом.

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) $R = (874,5 \pm 25,91)$ Ом, при $P = 0,7$
- 2) $R = (874,5 \pm 51,5)$ Ом, при $P = 0,7$
- 3) $R = (885,5 \pm 45,5)$ Ом, при $P = 0,7$
- 4) $R = (885,5 \pm 25,91)$ Ом, при $P = 0,7$
- 5) $R = (874,5 \pm 61,5)$ Ом, при $P = 0,7$

Задание #7

Вопрос: Произведено 16 измерений напряжения. Определить доверительный интервал для математического ожидания напряжения, если закон распределения нормальный с параметрами $\bar{U} = 440$ В, $\sigma_U = 20$ В при доверительной вероятности $P = 80$ %.

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) $\pm 7,84$ В
- 2) $\pm 3,966$ В
- 3) $\pm 8,9676$ В
- 4) $\pm 6,408$ В
- 5) $\pm 5,067$ В

Задание #8

Вопрос: В условиях нормального распределения найдено, что среднее арифметическое результатов измерений и их СКО соответственно равны $\bar{x} = 24,022$, $\sigma_x = 0,125$. Число измерений $n = 25$. Определить вероятность того, что погрешность измерения не превысит по абсолютному значению 0,04.

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) 0,1096 (10,96 %)
- 2) 0,9836 (98,36 %)
- 3) 0,3128 (31,28 %)
- 4) 0,8904 (89,04 %)
- 5) 0,6872 (68,72%)

Задание #9

Вопрос: В условиях нормального распределения погрешности измерения получены следующие оценки результатов измерения: средняя арифметическая длина стержня $\bar{x} = 39,51$ мм и ее оценка СКО $S_x = 0,18$ мм. Число измерений $n = 9$. Определить интервал, в котором может находиться истинное значение величины с вероятностью 98,3 %

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) интервал от 39,3 до 39,66
- 2) интервал от 39,7 до 39,76
- 3) интервал от 39,33 до 39,69
- 4) интервал от 39,38 до 39,74
- 5) интервал от 39,43 до 39,79

Задание #10

Вопрос: В условиях нормального распределения погрешности измерения получены следующие оценки результатов измерения: средняя арифметическая длина стержня $\bar{x} = 13,043$ мм и ее оценка СКО $S_x = 0,15$ мм. Число измерений $n = 9$. Определить вероятность того, что истинное значение измеряемой величины $P\{12,95 > Q \geq 13,136\}$.

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) 0,293 (2,93 %)
- 2) 0,90 (90 %)

- 3) 0,95 (95 %)
- 4) 0,563 (5,63 %)
- 5) 0,93 (93 %)

Тест №3

Задание #1

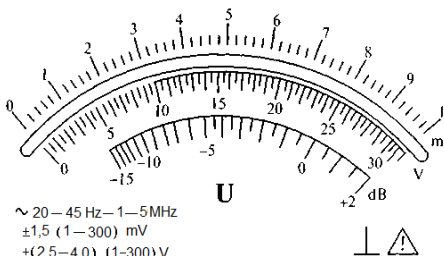
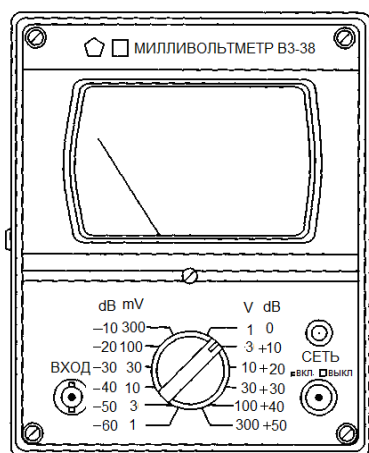
Вопрос: Укажите, как называется наибольшее и наименьшее значение диапазона измерений. Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) область отсчета СИ
- 2) шкала СИ
- 3) диапазон измерений
- 4) пределы измерений
- 5) интервал показаний

Задание #2

Для вольтметра ВЗ-38 показанного на рисунке определите диапазон измеряемых напряжений.

Изображение:



~ 20–45 Hz–1–5 MHz
 $\pm 1,5$ (1–300) mV
 $\pm (2,5–4,0)$ (1–300) V

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) от 0,1 мВ до 300 В.
- 2) от 1 мВ до 300 В.
- 3) от 1 В до 300 В.
- 4) от 0,1 В до 300 В.
- 5) от 0,5 мВ до 300 В.

Задание #3

Определите чувствительность вольтметра ВЗ-38 показанного на рисунке (см. задание #2).

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) 100 дел./мВ.
- 2) 0,02 мВ/дел.
- 3) 1 дел./мВ.
- 4) 5 дел./мВ.
- 5) 50 дел./мВ.

Задание #4

Для вольтметра ВЗ-38 показанного на рисунке (см. задание #2) определите значение измеряемого параметра при следующих известных данных:

положение переключателя пределов измерения.....300 mV
 положение стрелки26

Выберите один из 5 вариантов ответа:

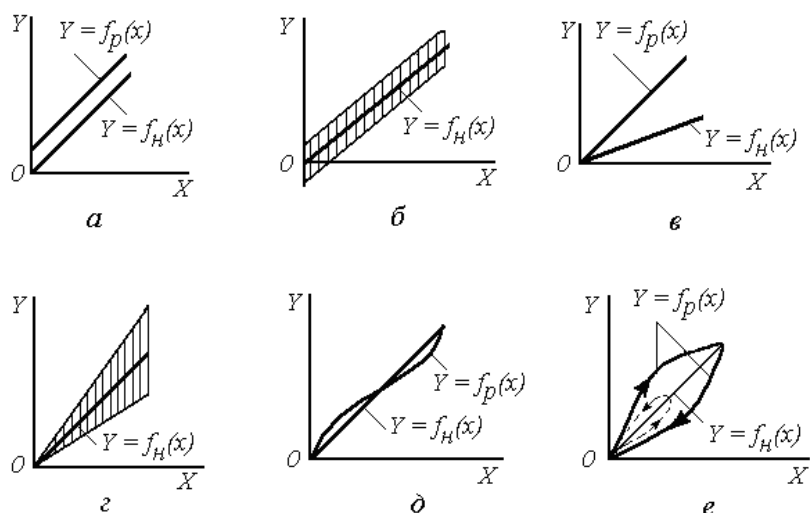
- 1) 140 мВ
- 2) 260 мВ
- 3) 130 мВ

- 4) 136 мВ
5) 256 мВ

Задание #5

На рисунке изображены функции преобразования измерительных устройств, указать вид погрешности которая соответствует рисунку *г*.

Изображение:



Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) мультипликативная случайная
- 2) линейности
- 3) аддитивная случайная
- 4) аддитивная систематическая
- 5) мультипликативная систематическая

Задание #6

Вопрос: Как изменяется абсолютная погрешность СИ с нормированной абсолютной погрешностью?

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) линейно
- 2) мультипликативно
- 3) аддитивно и мультипликативно
- 4) по гистерезису
- 5) аддитивно

Задание #7

Вопрос: Указать, обозначение класса точности СИ с нормированными пределами допускаемой абсолютной погрешности.

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) $\sqrt{0,1}$
- 2) III
- 3) 0,02/0,01
- 4) 1,5
- 5) $\textcircled{0,5}$

Задание #8

Рабочим вольтметром с $U_{ном} = 100$ В измерили напряжение 75 В, при этом образцовый прибор показал значение 76 В. Определить приведенную погрешность измерения.

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) $\pm 0,01$
- 2) $\pm 1,2 \%$
- 3) $\pm 1 \%$
- 4) $\pm 0,01 \%$
- 5) $\pm 0,06$

Задание #9

Рабочим вольтметром с $U_{ном} = 150$ В измерили напряжение 75 В, при этом образцовый прибор показал значение 74 В. Определить относительную погрешность измерения.

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) $\pm 0,7 \%$
- 2) $\pm 1 \%$
- 3) $\pm 0,014 \%$
- 4) $\pm 1,4 \%$
- 5) $\pm 1,2 \%$

Задание #10

Для вольтметра В3-38 показанного на рисунке (см. задание #2) в выбранном диапазоне определить погрешность измерения напряжения постоянного тока 150 мВ.

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) $\pm 1,5$ мВ
- 2) $\pm 2,5$ мВ
- 3) ± 4 мВ
- 4) $\pm 4,5$ мВ
- 5) $\pm 3,5$ мВ

Задание #11

Отсчет по шкале прибора с пределами измерений ± 150 единиц и равномерной шкалой составил 75 единиц. Пренебрегая другими видами погрешностей измерения, оценить пределы допускаемой абсолютной погрешности этого отсчета при использовании СИ класса точности.

1,5

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) $\pm 1,125$
- 2) $\pm 0,5 \%$
- 3) $\pm 1,5$
- 4) $\pm 1,25$
- 5) $\pm 0,25 \%$

Задание #12

При измерении напряжения вольтметром класса точности 0,4/0,2 с верхним пределом измерения 200 В его показание было 122 В. Определите абсолютную погрешность измерения.

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) $U = (122,00 \pm 0,06)$ В
- 2) $U = (122,0 \pm 0,6)$ В
- 3) $U = (122,00 \pm 0,4)$ В
- 4) $U = (122,00 \pm 0,2)$ В
- 5) $U = (122,0 \pm 7,5)$ В

Задание #13

Определите наибольшее значение мультипликативной составляющей погрешности вольтметра В4-14, класса точности 1/0,1, с верхним пределом измерения 300 В.

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) $\pm 2,7 \%$
- 2) $\pm 1 \text{ В}$
- 3) $\pm 0,1 \%$
- 4) $\pm 3,96 \text{ В}$
- 5) $\pm 2,7 \text{ В}$

Задание #14

Определите класс точности магнитоэлектрического милливольтметра с пределом измерения $U_B = 10 \text{ мВ}$ для измерения напряжения в диапазоне $U = 5 \dots 8 \text{ мВ}$ так, чтобы относительная погрешность $\delta \leq \pm 1,5\%$.

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) не больше 1,5
- 2) не меньше 0,6
- 3) не больше 0,6
- 4) не больше 0,75
- 5) не меньше 0,75

Задание #15

Абсолютные погрешности измерения напряжения вольтметром Э358 с односторонней шкалой 0 ... 200 В составляют 1,0 В; -1,3 В; 0,6 В; -0,5 В; -1,85 В. Определить класс точности этого вольтметра.

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) не меньше 1,0
- 2) не меньше 0,6
- 3) не больше 1,2
- 4) не больше 0,6
- 5) не больше 1,0

Задания для контрольной работы

Контрольная работа выполняется по унифицированной тематике разделов. По каждому разделу имеется 100 вариантов заданий. Описание и трудоемкость выполнения каждого раздела приведены ниже. Оформление работ должно соответствовать требованиям ЕСКД (ГОСТ 2.105 – 95), применяемым к текстовым документам. Каждый раздел работы должен начинаться с листа, имеющего текстовый штамп, в котором руководитель, после проверки правильности решения, ставит подпись в графе «Проверил», а после защиты раздела студентом – в графе – «Утвердил».

Обработка результатов прямых многократных наблюдений (большое число)

При проведении поверки рабочего средства измерений проводили прямые многократные измерения образцовой величины Z в количестве $n = 100$ раз. Действительное значение измеряемой величины усиливалось в K раз, поэтому при ее определении требуется корректировка на величину множителя ϕ .

Требуется провести обработку результатов наблюдений:

- определить и исключить систематические погрешности;
- построить укрупненный статистический ряд для исправленных результатов наблюдений;
- определить среднее арифметическое значение, оценку СКО результатов наблюдений и оценку СКО среднего арифметического;
- проверить результаты измерений на наличие грубых погрешностей и промахов;
- проверить гипотезу о том, что результаты наблюдений принадлежат нормальному распределению.

Уровень значимости проверки гипотез принять $q = 0,05$, доверительные границы при расчете погрешностей $P_d = 0,95$. Исходные данные приведены в таблицах 54 и 55.

Таблица 54

Исходные данные

| Показатель | Первая цифра варианта | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Образцовая величина Z | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| Погрешность образцовой величины | $\pm 0,02$ | $\pm 0,03$ | $\pm 0,04$ | $\pm 0,05$ | $\pm 0,06$ | $\pm 0,07$ | $\pm 0,08$ | $\pm 0,04$ | $\pm 0,05$ | $\pm 0,09$ |
| Единица измерения | Ом | А | Н | МОм | мА | В | кВ | кН | мм | кОм |
| Множитель к показанию прибора ϕ | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |

Таблица 55

Исходные данные

| Показания прибора при поверке | Вторая цифра варианта | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 96 | 5 | – | 6 | – | 3 | – | 4 | – | 5 | – |
| 97 | 12 | 4 | 13 | 4 | 10 | 6 | 10 | 5 | 15 | 5 |
| 98 | 21 | 6 | 19 | 9 | 21 | 11 | 21 | 12 | 18 | 13 |
| 99 | 25 | 25 | 25 | 22 | 32 | 22 | 30 | 20 | 31 | 19 |
| 100 | 23 | 31 | 18 | 28 | 20 | 24 | 18 | 26 | 16 | 29 |
| 101 | 11 | 22 | 14 | 20 | 9 | 21 | 12 | 21 | 11 | 17 |
| 102 | 3 | 7 | 5 | 12 | 5 | 12 | 5 | 10 | 4 | 14 |
| 103 | – | 5 | – | 5 | – | 4 | – | 6 | – | 3 |

**Примерные тесты для экзамена (промежуточного контроля)
по дисциплине**

БИЛЕТ №01

Тест состоит из частей А и В. На его выполнение отводится 90 минут. Подписывать и делать другие пометки на тестовом задании не разрешается.

Часть А

К каждому заданию части А дано несколько ответов, из которых один или несколько верные.

А1. Укажите, к какому типу шкал относятся шкалы масс.

- 1) отношений
- 2) рангов
- 3) наименований
- 4) классификаций
- 5) порядка

А2. Укажите, к какому виду относят измерения, результат которых основывается на прямых измерениях одной или нескольких основных величин и (или) использовании физических констант.

- 1) совокупные
- 2) прямые
- 3) абсолютные
- 4) совместные
- 5) косвенные

А3. Укажите вид средств измерений согласно классификации.

- 1) измерительные устройства
- 2) амперметры
- 3) измерительные установки
- 4) измерительные модули
- 5) измерительные наконечники

А4. Укажите название метода, при котором измеряемая физическая величина и мера последовательно воздействуют на измерительный прибор. При этом значение меры подбирают таким, чтобы ее воздействие на измерительный прибор было равно воздействию измеряемой физической величины.

- 1) дифференциальный совпадения
- 2) дифференциальный противопоставления
- 3) дифференциальный замещения
- 4) нулевой противопоставления
- 5) нулевой замещения

А5. Укажите, как называется характеристика качества измерений, которую количественно оценивают обратной величиной модуля относительной погрешности.

- 1) сходимость
- 2) воспроизводимость
- 3) правильность
- 4) точность
- 5) достоверность

А6. Укажите существующие разновидности эталонов.

- 1) единые
- 2) вторичные
- 3) региональные
- 4) образцовые
- 5) рабочие

А7. Укажите, существующие виды поверок средств измерения.

- 1) вторичная
- 2) интервальная
- 3) контрольная
- 4) первичная
- 5) обязательная

А8. Укажите существующие виды поверочных схем.

- 1) региональная

- 2) отраслевая
- 3) ведомственная
- 4) международная
- 5) государственная

A9. Укажите, какие виды деятельности попадают под сферу государственного метрологического надзора.

- 1) обязательное подтверждение соответствия новых средств измерений
- 2) испытание и утверждение типа средств измерений
- 3) лицензирование средств измерений
- 4) валютные операции
- 5) количество фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке и продаже

A10. Укажите, какие функции включает в себя государственный метрологический контроль.

- 1) лицензирование деятельности юридических и физических лиц по изготовлению и ремонту средств измерений
- 2) обязательное подтверждение соответствия новых средств измерений
- 3) калибровка средств измерений
- 4) определение соответствия выпускаемых средств измерений утвержденному типу
- 5) определение наличия и применения аттестованных методик выполнения измерений

A11. Знаменатель геометрической прогрессии для ряда предпочтительных чисел R20/2 равен

- 1) 1,06
- 2) 1,5
- 3) 1,25
- 4) 1,4
- 5) 1,32

A12. Укажите, как называется принцип создания машин, оборудования и приборов из унифицированных и многократно используемых сборочных единиц, устанавливаемых в изделия в различном числе и различных комбинациях.

- 1) стандартизация
- 2) сертификация
- 3) техническое регулирование
- 4) унификация
- 5) агрегатирование

A13. Определить массу оригинальных деталей в изделии, если коэффициент применяемости по массе равен 40 %, а общая масса изделия – 80 кг.

- 1) 40
- 2) 48
- 3) 32
- 4) 20
- 5) 60

A14. Укажите, какие виды стандартов установлены, в зависимости от объекта и аспекта стандартизации.

- 1) на процессы
- 2) межотраслевые
- 3) унифицированные
- 4) общероссийские
- 5) на единичные показатели

A15. Укажите, как называется комитет в составе ИСО по защите прав потребителей.

- 1) РЕМКО
- 2) КОПОЛКО
- 3) ПЛАКО
- 4) СТАКО
- 5) ИНФКО

A16. Укажите, как называется форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

- 1) лицензирование
- 2) сертификация
- 3) подтверждение соответствия
- 4) аттестация
- 5) аккредитация

A17. Укажите, как называется национальный орган по сертификации РФ.

- 1) Росстандарт
- 2) Центрсерт
- 3) центральный орган сертификации
- 4) Ростест
- 5) Госстандарт

A18. Укажите какую схему сертификации рекомендуется применять для продукции, стабильность серийного производства которой не вызывает сомнения.

- 1) 9
- 2) 10а
- 3) 3
- 4) 8
- 5) 7

Часть В

Ответы к задачам должны содержать решения.

B1. В результате 36-ти кратных наблюдений получено значение физической величины $\bar{x} = 51,27$. Для измерения было использовано средство измерения класса точности $\textcircled{0,4}$ с диапазоном показаний от -100 до $+150$. Среднеквадратическое значение единичного наблюдения $0,6$. Определить результат измерения с доверительной вероятностью 95% .

$$Z = \frac{x_1}{x_2}$$

B2. Имеется зависимость $Z = \frac{x_1}{x_2}$. Измерения аргументов дали следующие результаты $x_1 = 20,5$; $x_2 = 4,8$. Первый аргумент был измерен прибором класса точности $0,2/0,04$ с диапазоном показаний $0 \dots 50$, второй – класса точности $\textcircled{0,1}$, диапазон показаний $-10 \dots +10$. Определите результат измерения.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Критерии оценки практических работ

Студент получает «зачтено» по практической работе, если студент выполняет работу в полном объеме, без ошибок, согласно выданному варианту.

Студент получает «не зачтено» по практической работе, если работа выполнена не полностью, в расчетах допущены ошибки, вариант выполненной работы не совпадает с выданным преподавателем

Критерии оценки контрольной работы

Студент получает «зачтено» за контрольную работу, если работа выполнена в полном объеме, без ошибок, согласно выданному варианту и оформил работу в соответствии с требованиями ЕСКД (ГОСТ 2.105 – 95), применяемым к текстовым документам

Студент получает «не зачтено» за контрольную работу, если работа выполнена не полностью, в расчетах допущены ошибки, вариант выполненной работы не совпадает с выданным преподавателем, работа оформлена небрежно и не отвечает требованиям ЕСКД (ГОСТ 2.105 – 95), применяемым к текстовым документам.

Критерии выставления оценки за курс

Итоговая оценка за курс рассчитывается как средневзвешенное значение. В таблице 56 представлены элементы курса и их удельный вес в суммарной итоговой оценке.

Таблица 56

Элементы курса и их удельный вес в суммарной итоговой оценке

| Элемент курса | Max | Min | Вес |
|--|------------|------------|------------|
| Тест 1. Международная система единиц физических величин SI | 5 | 2,54 | 0,05 |
| Тест 2. Правила округления результатов измерения | 5 | 2,54 | 0,1 |
| Тест 3. Погрешности измерений | 5 | 2,54 | 0,23 |
| Тест 4. Средства измерений | 5 | 2,54 | 0,23 |
| Лекция 1. Введение в метрологию | 5 | 2,54 | 0,02 |
| Лекция 2. Погрешности измерений | | 2,54 | 0,02 |
| Лекция 3. Средства измерений | 5 | 2,54 | 0,02 |
| Лекция 4. Классы точности средств измерений | 5 | 2,54 | 0,02 |
| Лекция 5. Законодательная и прикладная метрология | 5 | 2,54 | 0,02 |
| Лекция 6. Стандартизация | 5 | 2,54 | 0,02 |
| Лекция 7. Подтверждение соответствия (сертификация) | 5 | 2,54 | 0,02 |
| Экзаменационный тест по дисциплине | 5 | 2,54 | 0,25 |

Положительная оценка за курс выставляется при следующих условиях:

- выполнены и зачтены все практические работы;
- промежуточные тесты 1, 2, 3, 4 и итоговый тест должны быть выполнены и зачтены (за каждый тест надо набрать 2,54 балла и выше).

Таблица 57

Критерии выставления оценки за курс

| | |
|--|---|
| <i>Диапазон итоговой оценки за курс на портале</i> | <i>Итоговая оценка за курс, проставляемая в зачетную книжку</i> |
| от 4,65 до 5,0 | ОТЛИЧНО Компетенции, закреплённые за дисципли- |

| | |
|-----------------|--|
| | ной, сформированы на уровне – высокий. |
| от 3,65 до 4,64 | ХОРОШО Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний). |
| от 2,55 до 3,64 | УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный. |
| 2,54 и ниже | НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы. |

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Метрология и технические измерения [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия». Рекомендовано УМО вузов РФ / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба. - Электрон. текстовые дан. - Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015. - 239 с. <http://elib.timacad.ru/dl/local/362.pdf>

2. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]: практикум / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). - Электрон. текстовые дан. - Москва : Реарт, 2017. - 148 с. <http://elib.timacad.ru/dl/local/d9360.pdf>.

3. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]: учебник / О. А. Леонов, В. В. Карпузов, Н. Ж. Шкаруба; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). - Электрон. текстовые дан. - Москва : Реарт, 2017. - 188 с. <http://elib.timacad.ru/dl/local/d9361.pdf>

4. Сборник задач по метрологии, стандартизации и сертификации [Электронный ресурс]: учебное пособие / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). - Электрон. текстовые дан. - Москва : [б. и.], 2018. - 160 с. <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo206.pdf>.

7.2 Дополнительная литература

1. Леонов О.А., Карпузов В.В., Шкаруба Н.Ж., Кисенков Н.Е. Метрология, стандартизация и сертификация. М.: – Издательство КолосС, 2009. – 568 с.

2. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Метрология и технические измерения. М.: – ФГОУ ВПО МГАУ, 2015. – 239 с.

3. Леонов О.А., Темасова Г.Н., Шкаруба Н.Ж. Курсовое проектирование по метрологии, стандартизации и сертификации: учебное пособие. – М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2008. -120 с

4. Леонов О.А., Капрузов В.В., Темасова Г.Н. Стандартизация. – М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2015. – 91 с.

7.3 Нормативные правовые акты

1. Федеральный закон 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» Закон РФ «О стандартизации»
2. Федеральный закон 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации».
3. Федеральный закон 184-ФЗ «О техническом регулировании».

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж., Селезнева Н.И. Методы и средства измерений линейных и угловых величин. Практикум / Москва, 2008.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.labview.ru/> (открытый доступ)
2. <http://www.gost.ru/> (открытый доступ)
3. <http://www.metrologie.ru/> (открытый доступ)
4. <http://www.metrob.ru/> (открытый доступ)
5. <http://metrologia.ru/> (открытый доступ)
6. <http://www.rgtr.ru/> (открытый доступ)
7. <http://www.rospromptest.ru/> (открытый доступ)
8. <http://www.vniis.ru/> (открытый доступ)

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 58

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории) | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|--|--|
| 1 | 2 |
| №22 (ул. Прянишникова, 14, стр. 7, Москва) ауд.1104 <i>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная</i> | 1. Парты –14 шт. 2. Стол (для преподавателя) –1 шт. 3. Стулья – 1 шт. 4. Доска меловая –1 шт. Инв.№ 21013600004288) |

| | |
|--|---|
| <p>аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы</p> | <p>5. Возможна установка на время занятий: Проектор NEC VT491G 800*600.2000Lumen Инв.№ 210134000001834 Ноутбук Asus A8Sr T5450/1024/160/SMulTi/14" Инв.№ 210134000001835</p> |
| <p>№204 (ул. Прянишникова, 14, стр. 7, Москва) Учебная лаборатория</p> | <p>1. Столы 7 шт. 2. Столы для размещения оборудования, приборов и деталей 10 шт 3. Стол (для преподавателя) 1 шт. 4. Стулья 20 шт. 5. Доска настенная 1 шт. 6. Индикатор ИЧ-10 Инв.№ 210134000003319 7. Штангенинструменты: штангенциркуль 1 шт. Инв.№ 210134000003526, штангенциркуль 1 шт. Инв.№ 210134000003654, 8. Микрометрические инструменты: микрометр МК 025 1 шт. Инв.№ 210134000003371 микрометр рычажный 1 шт. Инв.№ 210134000002238, микрометр рычажный МР-25-50 1 шт. Инв.№ 410134000001570, набор КМД №1 2кл. Инв.№ 210134000002384 индикатор час.электрон.ИЧЦ 0-12,7 Инв.№ 210134000002655 скоба рычажная 1 шт. Инв.№210134000002373. 9. Индикаторный нутромер -1 шт. Инв.№210134000003756 10. Оптиметр вертикальный Инв.№ 410134000002570</p> |
| <p>№302 (ул. Прянишникова, 14, стр. 7, Москва) Учебная лаборатория</p> | <p>1. Столы – 8 шт. 2. Табуреты – 16 шт 3. Столы для размещения оборудования ,приборов и деталей – 8 шт. 4. Стол (для преподавателя) – 1шт. 5. Стулья – 1 шт. 6. Доска меловая – 1 шт. 7. Индикатор ИЧ-10 Инв.№ 210134000003527 8. Штангенинструменты: штангенциркуль 1 шт. Инв.№ 210134000003526, штангенциркуль -1 шт. Инв.№ 210134000003654 штангенрейсмас эл. ШРЦ-300 -1 шт. Инв.№ 210134000002387. 7. Микрометрические инструменты: : микрометр МК 025 1 шт. Инв.№ 210134000003523 микрометр рычажный 1 шт. (Инв.№ 210134000002245, Микрометр рычажный МР-25-50 1 шт. Инв.№ 410134000001571, Набор КМД №1 2кл. Инв.№ 210134000002385 Индикатор электронный DIGICO 11 0-25 мм 0,001</p> |

| | |
|--|--|
| | мм Инв.№ 410134000001574 8. Индикаторный нутромер - 1 шт. 9. Оптиметр горизонт. Инв.№ 410134000002571 10. Рычажный микрометр - 1 шт. (Инв.№), блок концевых мер - 1 шт. (Инв.№) 11. Стойка тяжёлого типа - 2 шт. |
|--|--|

Для самостоятельной работы студентов так же предусмотрены Читальный зал Центральной научной библиотеки имени Н.И. Железнова РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева и комнаты самоподготовки студентов в общежитиях.

10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Для освоения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» студентам необходима систематическая самостоятельная работа с учебной литературой, конспектами лекций, Интернет-ресурсами и консультации преподавателя. Для успешного выполнения практических работ, входящих в практикум, студент должен самостоятельно готовиться к каждому занятию, а также строго выполнять правила техники безопасности работы в лаборатории кафедры.

Подготовка к практическому занятию включает в себя полное и детальное ознакомление с теоретическим материалом по изучаемой теме.

Студент должен иметь тетрадь, в которой при самостоятельной подготовке к занятиям составляет краткий конспект (1 - 1,5 с.) проработанного теоретического материала, чертит схемы, таблицы и проводит предварительные расчеты. Во время занятий все записи следует вести только в тетради и только ручкой.

Качество выполнения каждого занятия оценивает и фиксирует преподаватель.

На первом занятии все студенты знакомятся с правилами техники безопасности и обязаны строго выполнять их при нахождении в лаборатории кафедры.

Пропуск занятий без уважительной причины не допускается. Задолженности (пропущенные занятия, невыполненные задания) должны быть ликвидированы.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия обязан их отработать. Отработка практически занятий осуществляется путем самостоятельного выполнения задания по варианту и защиты его преподавателю.

Студент, не посещавший или пропустивший большое число лекций, для допуска к экзамену должен предоставить рукописный конспект лекций по пропущенным темам.

Студент получает допуск к экзамену, если выполнены и сданы: контрольная работа и все практические занятия (выполнены и сданы тесты).

11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Специфика дисциплины является неразрывная связь теории с практикой. Теоретические знания, которые студенты получают на лекциях, подтверждаются и усваиваются на практических занятиях. Для успешного усвоения материала необходимы знания физики, элементарной и высшей математики, теории вероятности. Для повышения уровня знаний у студентов, необходимо искать пути совершенствования методики преподавания:

- использование разнообразных форм, методов и приёмов активизации познавательной деятельности учащихся (в т.ч. активных и интерактивных);
- использование наглядного материала: таблиц, рисунков, схем, демонстрация опытов;
- компьютеризация обучения;
- использование различных форм организации самостоятельной работы студентов: индивидуальная, групповая, коллективная;
- систематический контроль различных видов в процессе обучения.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.О.14 «Метрология, стандартизации и сертификация» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность «Электроснабжение» (квалификация выпускника – бакалавр)

Тойгамбаевым Сериком Кокибаевичем, профессором кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Метрология, стандартизации и сертификация» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника», направленность «Электроснабжение» (уровень обучения) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре метрологии, стандартизации и управления качеством (разработчик – Шкаруба Нина Жоровна, профессор кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, кандидат технических наук).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Метрология, стандартизации и сертификация» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Метрология, стандартизации и сертификация» закреплены *компетенции (индикаторы достижения компетенции): ОПК-1 (ОПК-1.1); ОПК-5 (ОПК-5.1)*. Дисциплина «Метрология, стандартизации и сертификация» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Метрология, стандартизации и сертификация» составляет 4 зачётных единицы (144 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Метрология, стандартизации и сертификация» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Метрология, стандартизации и сертификация» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (выполнение практических работ, тестирование, контрольная работа), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 13.03.01 – «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль «Энергообеспечение предприятий».

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источник (базовый учебник), дополнительной литературой – 3 наименований, источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 8 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль «Энергообеспечение предприятий».

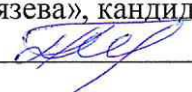
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Метрология, стандартизации и сертификация» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Метрология, стандартизации и сертификация».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Метрология, стандартизации и сертификация» ОПОП ВО по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль «Энергообеспечение предприятий», направленность «Энергообеспечение предприятий» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная профессором кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, доктором технических наук Шкаруба Н.Ж. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Тойгамбаев С. Л., профессор кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования природообустройства ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат технических наук


«16» августа 2021 г.